

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-153739

(43)Date of publication of application : 16.06.1995

(51)Int.Cl. H01L 21/3065

(21)Application number : 06-175918

(71)Applicant : AIR PROD AND CHEM INC

(22)Date of filing : 05.07.1994

(72)Inventor : LANGAN JOHN G
BECK SCOTT E
FELKER BRIAN S

(30)Priority

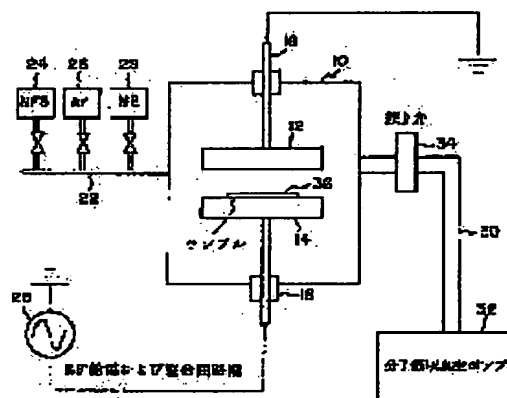
Priority number : 93 89210 Priority date : 08.07.1993 Priority country : US

(54) PLASMA REMOVING METHOD FOR SEMICONDUCTOR MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To achieve complete etching cleaning, while using little nitrogen trifluoride by contacting a semiconductor material under the specified range of pressure and output in an electric anode diluent with the plasma of nitrogen trifluoride in specified concentration and nitrogen trifluoride.

CONSTITUTION: This semiconductor material is contacted under pressure in the range of almost 600 to 1700 m Torr and pressure in the range of almost 0.4 to 1.4 w/cm² in the nitrogen trifluoride almost from 10 to 25% and the electrified anode diluent stronger than nitrogen trifluoride. The experiment is performed by a parallel plate plasma-etching reactor 10. The reactor 10 is provided with two stainless steel electrodes 12 and 14. An RF output 20 of 13.56 MHz is sent out. NF₃ 24, Ar 26 and N₂ 28 gas are sent out through a mixing pipe 22 to the reactor 10. The reactor 10 is exhausted through a vacuum piping 30 by a molecule absorptive vacuum pump 32. The base pressure of reactor 10 is controlled, while using a flow limit throttle valve 34. A sample is directly placed on the lower electrode 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.07.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]
[Patent number] 2690460
[Date of registration] 29.08.1997
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right] 29.08.2002

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-153739

(43) 公開日 平成7年(1995)6月16日

(51) IntCl.⁹

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H01L 21/3065

H01L 21/302

F

審査請求 有 請求項の数11 FD (全7頁)

(21) 出願番号 特願平6-175918

(22) 出願日 平成6年(1994)7月5日

(31) 優先権主張番号 08/089210

(32) 優先日 1993年7月8日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591035368

エアー、プロダクツ、アンド、ケミカル
ス、インコーポレーテッド

AIR PRODUCTS AND CHEMICALS INCORPORATED

アメリカ合衆国、18195-1501、ペンシル
バニア州、アレントاون、ハミルトン、ブ
ールバード、7201

(74) 代理人 弁理士 押田 良久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体材料のプラズマ除去法

(57) 【要約】

【目的】 より少量の三弗化窒素を利用しながら、より完全なエッチング洗浄を達成させることを目的とする。

【構成】 本発明の方法はNF₃を電気的陽性の希釈剤、好ましくはアルゴンと所定の濃度、圧力、流量及び出力で混合して用い可能な限りの最高のエッチング速度を達成する。加工される被膜のエッチング速度を、希釈剤中のNF₃の濃度を適当な希釈剤を作業条件を選ぶことにより下げても増加させることが可能である。この方法はエッチング速度を上げることにより、この方法を用いる反応器の処理量を増大させるだけでなく、この仕事を低濃度のNF₃で達成もでき結果として原価が安くなる。

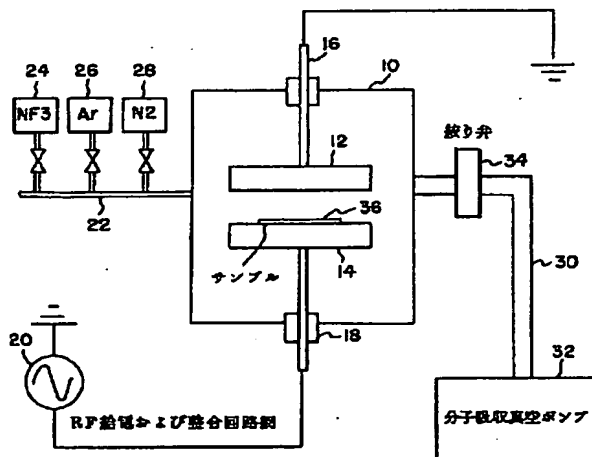


図1 プラズマエッチング反応器の略図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 弗素と反応する半導体材料を表面からプラズマ除去する方法であって、半導体材料を約10乃至25%の三弗化窒素のプラズマと三弗化窒素より、更に電気的陽性の希釈剤の中で、約600乃至1,700mトルの範囲の圧力と、約0.4乃至1.4w/cm²の範囲の出力で接触させる工程からなる方法。

【請求項2】 前記半導体材料を二酸化珪素、タングステン、高分子珪素と窒化珪素からなる群より選ぶことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項3】 前記希釈剤を窒素、ヘリウム、アルゴン、亜酸化窒素とその混合物からなる群より選ぶことを特徴とする請求項1の方法。

【請求項4】 前記三弗化窒素が10乃至18%の範囲であることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項5】 前記圧力が約800乃至1,600mトルであることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項6】 前記半導体材料が基板上の被膜であることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項7】 前記出力が約1.2w/cm²であることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項8】 前記出力の周波数が約13.56MHzであることを特徴とする請求項1の方法。

【請求項9】 二酸化珪素を表面からプラズマ除去する方法であって、二酸化珪素材料を約15乃至25%三弗化窒素のプラズマとアルゴンの中で約700乃至1,700mトルの範囲の圧力と、約0.4乃至1.4w/cm²の範囲の出力で接触させる工程からなる方法。

【請求項10】 窒化珪素を表面からプラズマ除去する方法であって、窒化珪素材料を約10乃至25%の三弗化窒素のプラズマとアルゴンの中で、約700乃至1,700mトルの範囲の圧力と、約0.4乃至1.4w/cm²の範囲の出力で接触させる工程からなる方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体材料例えば蒸着器具あるいは電子材料ウエブに付着した被膜を、低濃度の三弗化窒素のプラズマを三弗化窒素よりずっと電気陽性の強い希釈剤例えばアルゴン中で用いるエッチング洗浄もしくは除去の分野に関する。

【0002】 本発明は二酸化珪素と窒化珪素の先に使用されたものよりも低濃度の三弗化窒素で先に経酸したもののよりも高いエッチング速度での除去に特に適している。

【0003】

【従来の技術】 SiO₂、タングステン、高分子珪素とSi₃N₄材料のエッチングと洗浄は超小型電子技術装置組立てにとって技術的に有意な方法である。この方法の処理量を増大させ、従って、全原価の低減させるには更に急速なエッチング速度が必要である。

【0004】 大抵のエッチング法では、弗素原料ガスであるCF₄、C₂F₆などを希釈すると結果としてSiO₂又はSi₃N₄のエッチング速度が低下する。NF₃の文献では同じ結果、すなわちNF₃の希釈が低エッチング速度をもたらすとの報告がある。

【0005】 先行技術では三弗化窒素を有効に用いる様々な試みがなされてきた。

【0006】 米国特許第4,711,698号は熱生長あるいはCVD蒸着酸化珪素のプラズマエッチング法について記述している。この研究では酸化珪素の珪素や耐熱金属とそれらの珪化物に対する選択エッチングを記述している。好ましい実施例はBF₃/H₂/Arのガス混合物を用いているが、NF₃、SF₆もしくはSiF₄のいずれか1つと前記BF₃ガスを取替えても差支えないとしている。アルゴンのキャリアーガスに入れた水素、すなわち97%の水素に対し3%の濃度にした水素を反応器に供給する。不活性ガス成分は計算に入れないで、全流量を弗素化ガス(BF₃など)と前記水素流量とから算出できる。本発明では、エッチング液ガスの5%原子乃至50%原子の範囲内で酸化珪素に吸着させるか、それを還元させ得るグロー放電分子とラジカルに形成するすべての原子種のエッチング液ガス混合物の割合をクレームする。開示された圧力範囲は100mトル乃至3トルである。更にエッチング液ガス混合物中の弗素の水素に対する原子の割合が15対1乃至30対1の範囲にあるとクレームしている。

【0007】 特開昭63-11674号公報はプラズマCVD室をアルゴンとNF₃の混合物を用いる改良洗浄法である。詳述すれば、Si₃N₄を50%混合物(三弗化窒素/アルゴン)で0.6トルの圧力をかけてエッチングする。本明細書に示されたデータは50%希釈液で0.3乃至1.0トルの範囲の圧力である。

【0008】 H. G. ステンガー (Stenger) と G. S. アキキ (Akiki) が1986年刊 Mat. Res. Soc. Proc. 第68巻、第267乃至272頁の「カイネティクス、オヴ、プラズマ、エッチング、シールコン、ウィズ、ナイトロジェントリフルオライド (Kinetics of Plasma Etching Silicon with Nitrogen Trifluoride)」で、「NF₃の使用に潜在する欠点は、反応条件を同じようにしてもNF₃のほうがCF₄に比較して陽イオンの生成が少ない

[2]。陽イオンの生成が少いと圧倒的等方性のエッチング分布を示す[4]」と述べている。エッチングを電極間隔が1.57cm、電極面積が2,450cm²(直径にして55.8cm)のプラズマサームPK-24半径流反応器で行なった。反応器圧力を18.7Paに抑え、電極温度を25℃に保ち、そしてAr中のNF₃のモル分率を0.4に抑えた。珪素のエッチング速度(1分間当りのSiのマイクロモルで示す)は0.0

82, 0.123, 0.163そして0.204w/cm²の出力密度をもつ入力ガス流れ(4乃至24sccm)の一次関数であった。「珪素の挿入を減らすに従って、非エッチング反応で消費する弗素原子の損失はエッチング反応での消費に対し著しいものとなるであろう」とも述べている。

【0009】J. パーカニック(Barkanic)、A. ホフ(Hoff)、J. スタッチ(Stach)とB. ゴルジャ(B. Golja)は、1984年刊セミコンダクタープロセスASTM STP850第110乃至123頁の“ドライ、エッチング、ユーシング、NF₃/Arアンド、NF₃/Heプラズマ(Dry Etching Using NF₃/Ar and NF₃/He Plasma)”で、電極の直径が22インチ(約55.88cm)、電極間隔が2.6インチ(約6.60cm)のプラズマサームPK2440の二重プラズマ/反応性イオンエッチングシステムで実験を行なった研究が含まれている。ヘリウムとアルゴンを希釈剤として用い、併せて全流量の10%乃至80%の範囲で前記NF₃を用いた。プラズマエッチング(PE)実験として40sccmの固定流量を用い、圧力を60乃至500ミクロンの範囲にした。RIEには流量を10乃至40sccmに変動させ、圧力の範囲を15乃至80ミクロンとした。出力密度の範囲を0.02乃至0.8w/cm²とした。「低濃度のNF₃(NF₃対不活性の比が40%以下)で、アルゴン又はHe混合物のいずれかでのエッチング速度は著しく異なる。そのうえ低い率のNF₃混合物(NF₃対不活性の比が10乃至20%)は出力密度により著しく変動する。これはNF₃混合物の低い割合のNF₃の濃度は、それがより多量のNF₃を、出力密度が増加するに従って解離させることにならない低さであることを示している。SiO₂エッチング速度は選択されたモードにより毎分30乃至1,500Åの範囲を変動する。室の装填もエッチング速度に影響を及ぼし、ウエファース数の増加に伴い速度を低下させることも注目される。

【0010】V. M. ドネリー(Donnelly)、D. L. フラム(Flamm)、W. C. ドートレモン、スミス(Dautremont-Smith)とD. I. ウェルダ(Welder)が1988年1月刊のJ. Appl. Phys第55巻、第1号の第242乃至252頁に記載の論文“アンアイソトロピック、エッチング、オヴ、SiO₂、イン、ローフリークエンス、CF₄/O₂とNF₃/Arプラズマ(Anisotropic Etching of SiO₂ in Low-Frequency CF₄/O₂ and NF₃/Ar Plasmas)”で、全実験において、ガス圧力が0.35トル、又全流量が100sccmを示した実験記録を述べている。そのうえ、3種類の電極を用いた：(1)硬質陽極酸化アルミニウムと；(2)

ステンレス鋼と；(3)珪素被覆ステンレス鋼下部電極とである。“NF₃/ArプラズマCF₄/O₂プラズマよりもずっと高い弗素原子濃度を発生させる……弗素原子密度は同一条件(空のステンレス鋼反応器、出力=0.35w/cm²、流量=100sccm、そして圧力=0.35トル)のもとではCF₄/50%O₂におけるよりも10倍に等しい高さである。”下部電極を珪素で被覆すると、前記NF₃プラズマ中の弗素原子濃度は6に等しい係数だけ低下した。それらのエッチング速度に対する弗素原子濃度の結果は、同一の方法がCF₄/O₂とNF₄/Arの双方においてSiO₂エッチングにとって機能的に作用していることを示唆している。そのうえ、前記配合物におけるNF₃の割合が高ければ高いほど、結果としてウエブの温度が高くなる。ステンレス鋼電極を用いると、汚染が“さほど深刻でない”ことがわかった。

【0011】S. M. タン(Tan)、H. C. ゴー(Goh)、H. A. ナシーム(Naseem)とW. D. ブラウン(Brown)が1990年マテリアルズリサーチソサエティ刊、Proc-2nd Intl. Conf. on Elec. Mats. 第439-444頁に記載する論文“Plasma Etching of Silicon Using NF₃ Diluted with Argon Nitrogen and Hydrogen”で単一室ステンレス鋼PECVDシステムで実験を行なったことを報告している。室圧を250mトル、全流量を10sccmに保ち、出力を4乃至20ワット(0.023乃至0.113w/cm²)の範囲で変動させた。エッチング速度をプロファイルメトリで測定した。アルゴンもしくは水素で希釈されNF₃の持続出力が窒素での希釈に対し約半分であった。前記論文の著者は彼らのとったエッチング速度のデータがパーカニック(Barkanic)のデータと対照的であることを指摘している(すなわち、珪素に対する希釈%のエッチング速度は出力を一定に抑えて異なる濃度で最高点に達し、前記パーカニックの研究のように線形ではない)。著者はこの結果を、“比較的高い濃度のNF₃があったが、反応性エッチングラジカルの濃度は下がって結果として、より低いエッチング速度になる。一定の出力をプラズマに加えると、より高いR[RはNF₃流量/(CF₃+希釈ガス)]でのエッチング速度の降下を、エッチングの作業出力が前記プラズマ持続出力に接近するに従って観察できる。濃度を更に高めると、出力をプラズマのない域に入力することになる”と述べて説明している。換言すれば、NF₃の濃度がふえるに従って、プラズマを“たきつける(light)”ことが困難となる。すなわち、プラズマの持続にはより多量の出力を必要とする。

【0012】又NF₃/N₂の研究では、弗素と窒素の双方とも珪素のエッチングの役割を演じていることがわ

かった。この種の混合物のプラズマの持続に、 NF_3/Ar の出力よりも高い出力が必要であることに注目している。その結果は更に、前記 N-F ラジカルも珪素をエッチングし、その結果、 NF_3/Ar でエッチングするよりも高いエッチング速度をもたらす。ここでも、一定の出力で、エッチング速度と NF_3 濃度の間の非線形関係にあることを観察している。

【0013】前記 NF_3/H_2 の配合物で低エッチング速度を達成できた。これについては、水素が弗素を掃去する点に注目して説明している。そのうえ、 $R=0.4$ にして材料蒸着が観察された。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】先行技術は様々なエッチング方法に三弗化窒素の利用を試みてきたが、先行技術は、本発明が高価な三弗化窒素を用いても、高いエッチング速度を出しながら要求条件の度合いが低い半導体プロセス装置の停止時間を短くすませられる、換言すれば以下更に詳細に説明される通り、より少ない三弗化窒素を使用しながらより完全なエッチング洗浄を本発明が達成させたような有効な三弗化窒素の利用の問題を解決してこなかった。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は弗素と反応する半導体材料を表面からプラズマ除去する方法であって：半導体材料を約10乃至25%の三弗化窒素と、三弗化窒素よりもずっと電気陽性の強い希釈剤の中で、ほぼ600乃至1,700mトルの範囲の圧力と、約0.4乃至1.4w/cm²の範囲の出力で接触させる工程からなる。

【0016】好ましくは、半導体材料を二酸化珪素、タングステン、高分子珪素と窒化珪素からなる群より選ぶことである。

【0017】なるべくなら、希釈剤を、窒素、ヘリウム、アルゴン、亜酸化窒素とその混合物からなる群より選ぶことである。

【0018】又、なるべくなら、三弗化窒素が10乃至18%の範囲内であることである。

【0019】前記圧力が約800乃至1,600mトルであることが好ましい。

【0020】又、なるべくなら、前記半導体材料が基板上の被膜であることである。

【0021】前記出力がほぼ1.2w/cm²であることが好ましい。

【0022】更に好ましくは、前記出力の周波数が約13.56MHzであることである。

【0023】

【作用】詳述すれば、本発明は二酸化珪素を表面から除去する方法であって、二酸化珪素材料を約15乃至25%の三弗化窒素のプラズマをアルゴン中で、約700乃至1,700mトルの範囲の圧力と、約0.4乃至1.

4w/cm²の範囲の出力で接触させる工程からなる。

【0024】別の例として、本発明は、窒化珪素を表面からプラズマ除去する方法で、窒化珪素材料を約10乃至25%の三弗化窒素のプラズマと約700乃至1,700mトルの圧力と、約0.4乃至1.4w/cm²の範囲の出力で接触させる工程からなる。

【0025】

【実施例】本発明が扱う方法は、弗素含有プラズマと反応して揮発性生成物を形成する被膜を除去する改良法である。本発明の好ましい実施例では、 SiO_2 と Si_3N_4 被膜を特定の濃度と圧力で NF_3/Ar 混合物を用いてエッチングする。前記改良エッチング速度は濃縮度の NF_3 混合物を用いて達成できる。この場合は、10乃至25%の NF_3 を希釈剤に入れる。好ましくは SiO_2 には15乃至25%、 Si_3N_4 には10乃至25%、最も好ましくは17.6% NF_3 を Ar に入れて高圧、この場合は600乃至1,700mトル、好ましくは700乃至1,700、更に好ましくは1,500mトル(50sccm全流量、60w又は1.4w/cm²に対し)で作業することである。出力は0.4乃至1.4w/cm²(W=ワット)に亘り変動させ得る。出力の周波数をなるべくなら13.56MHzにすることである。この低 NF_3 濃度での改良エッチング速度の研究結果は、より急速なエッチング速度が前記CVDもしくはプラズマエッチング法の改良された処理量をもたらすことになるので重要である。そのうえ、最も急速のエッチング速度が意外にも低い NF_3 濃度で達成でき、その結果 NF_3 ガスの削減された使用量での費用節減に繋がる。

【0026】この方法の物理的基本は NF_3 プラズマの独特の特性に起因する。 NF_3 は CF_4 もしくは C_2F_6 が同一条件でプラズマに発生させる以上に大量の遊離弗素原子濃縮を発生させる。これは NF_3 を用いる一般に急速のエッチングもしくは洗浄速度に繋がる。しかし、プラズマ中の過剰の弗素も有害なものとなり得る。弗素原子は極端に電気的陰性であって、結果としてプラズマに高濃度の陰性弗化物イオンをもたらす。これは低遊離電子密度、従って次には不安定なプラズマに繋がる。この明細書に説明する方法はこれらの2つの現象を考慮する。濃度と圧力を所定のRF出力と全流量に対し調節して可能な限りの最高速度のエッチングを達成させる。

【0027】実験を小型平行板プラズマエッチング反応器10(図1参照)で行なった。前記反応器はステンレス鋼製で2つの3"径のステンレス鋼電極12、14をそれぞれ1"(約2.54cm)だけ離して備えている。前記電極は前記反応器室壁体からの2"(約5.08cm)のセラミック製オフセット16、18で電気的に分離されている。13.56MHzのRF出力20を2つの1/4"(約0.64cm)水冷管路により送出

する。電極を循環脱イオン水浴により約25℃の温度に保つ。前記NF₃ (24)、Ar (26)とN₂ (28)ガスを共通の1/4" (約0.64cm)の混合管路22を通して前記室に送出する。個々の流量をMKS 2159A質量流量制御器で計測する。前記室を1.5"真空配管30を通し、分子吸収(271/秒)ーラフポンプの組合わせで排気する。室のベースプレッシャーは5.0×10⁻⁷トルである。キャパシタンス圧力計を用い、又流れ制限絞り弁34を用いてそれぞれ測定と制御を行なった。1" (約2.54cm)平方の試料36を直接下部電極14の上に置く。エッチング速度をSiO₂とSi₃N₄の試料に対しHeNeレーザーインターフェロメトリーを用い測定する。前記試料をPE

CVD反応器の中で構成され、数ミクロンのSiO₂もしくはSi₃N₄でコーティングされていた。

【0028】表1は様々な希釈剤と混合したNF₃のSiO₂とSi₃N₄のエッチング速度を示す。これらの測定はすべて1.4w/cm²の出力、550mトルの圧力と希釈剤中25%のNF₃で行なわれた。結果は最高のエッチング速度がArもしくはN₂を用いて達成できることを示す。本発明はArを用いることを特徴とした。それは最高のエッチング速度をSi₃N₄で示し、2番目の速度をSiO₂で示したからである。この方法は研究された希釈剤のどれにも適用できるはずである。

【0029】

【表1】

混合物	SiO ₂ エッチング速度 (Å/分)	Si ₃ N ₄ エッチング速度 (Å/分)
NF ₃ /Ar	670	8000
NF ₃ /N ₂	860	7400
NF ₃ /He	560	7400
NF ₃ /O ₂	520	5200
NF ₃ /N ₂ O	280	3600
NF ₃	90	1000

NF₃基剤のプラズマにおけるSiO₂とSi₃N₄エッチング速度、条件は1.4w/cm²、53scm全ガス流量、希釈剤中25%のNF₃、最後の記載事項は100%のNF₃である。

【0030】様々なNF₃/Arプラズマに曝らされたSiO₂のエッチング速度を図2でプロットにしている。連続線はいくつかの異なる圧力でAr流れにおけるNF₃の異なる濃度である。おのおのの連続線は類似の動向を示し、エッチング速度は10%の混合物の場合を除き、比較的高い圧力で最高に達し、又低下する。10%配合物の場合も比較的高い圧力で頂点にも達するし、低下もする。連続線での相異は前記の圧力であり、その圧力で最高のエッチング速度が発生する。最高エッチング速度はNF₃の濃度と関係し、低下濃度に伴い増大する。観測された最高エッチング速度すなわち1,537Å/分は調査されたNF₃の2番目の低い濃度である約18%で達成された。

【0031】Si₃N₄で行なった同様のエッチング速度の連続線測定を図3でプロットする。ここでも同一の動向が観察され、エッチング速度が1,550mトル圧力のAr中、約18%のNF₃で最高14,800Å/分に達する。更に図では、いくつかのCF₄対8%O₂とC₂F₆対50%O₂の実験を示し、その主要相違点が約25scmの全流量ガスである。これらの濃度は業界で用いられることもある代表的な方法と一致するよう選ばれた。これはNF₃基剤のプラズマのエッチング速

度が増大することを示すため行なわれた。

【0032】

【発明の効果】本発明の主要の利点は、SiO₂とSi₃N₄を非常に低い濃度のNF₃を用いて高いエッチング速度でエッチング洗浄する方法の予期せぬ向上であった。調査中、好ましいプロセス時間帯(window)は、次のような特徴があった：600乃至1,700mトルの圧力で10~25%NF₃/Ar、50scm全ガス流量、0.4乃至1.4w/cm²の出力でこれは結果的に両被膜にとっての最高エッチング速度になった。

【0033】本発明の予期しなかった結果は、NF₃がその放電が極めて電氣的陰性であるため、更に電氣的陽性のガス、好ましくはアルゴン調整自在に希釈して、プラズマも最高のエッチング速度を達成できる十分に高い圧力で操作する必要がある。これはフルオロカーボン基剤のプラズマに対し容易に達成できる。それはそれらがフルオロポリマー蒸着を防ぐ酸素含有希釈剤を必要とするからである。本発明を特徴とする独特のプロセス時間帯により実現される処理量の増加ならびにガス消費量の減少が結果として普通の選択肢と比較して経済的に有利な方法をもたらすものである。

【0034】様々な希釈剤も三弗化窒素と組合わせて、比較的低い濃度の三弗化窒素が、三弗化窒素より更に電氣的陽性のある希釈剤と共に用いると、意外に高いエッチング速度をもたらすことが実証できた。この結果をア

ルゴン、ヘリウム、窒素、酸素及び亜酸化窒素を25%の三弗化窒素と用いて図4に示す。

【0035】本発明は、現在高いエッチング速度の達成に必要と考えられているものよりも少量の NF_3 を使用できる利点を備えている。 NF_3 の濃度を低めれば低めるほど、又エッチングもしくは洗浄時間を短縮すればするほど、全プロセスの費用が低減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の好ましい実施例の略図である。

【図2】 二酸化珪素のエッチングに用いる様々な濃度の三弗化窒素のエッチング速度を圧力と比較するグラフである。

【図3】 窒化珪素のエッチングに用いる様々な濃度の三弗化窒素のエッチング速度を圧力と比較するグラフである。

【図4】 窒化珪素のエッチングに用いる25%の濃度の三弗化窒素の様々な希釈剤のエッチング速度を圧力と

比較するグラフである。

【符号の説明】

- 10 平行板エッチング反応器
- 12 ステンレス鋼製電極(上部)
- 14 ステンレス鋼製電極(下部)
- 16 セラミックオフセット
- 18 セラミックオフセット
- 20 RF出力
- 22 混合管路
- 24 NF_3
- 26 Ar
- 28 N_2
- 30 真空配管
- 32 ラフポンプ
- 34 流水制限絞り弁
- 36 1" 平方試料

【図1】

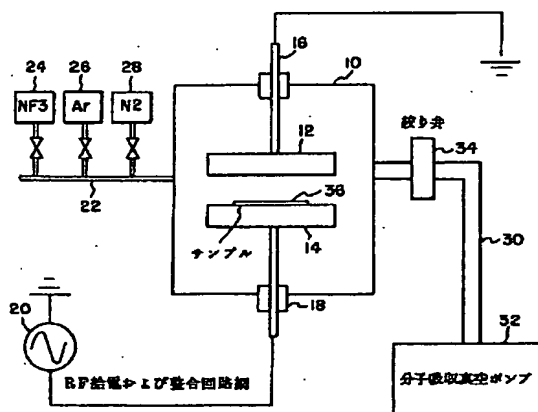


図1 プラズマエッチング反応器の略図

【図2】

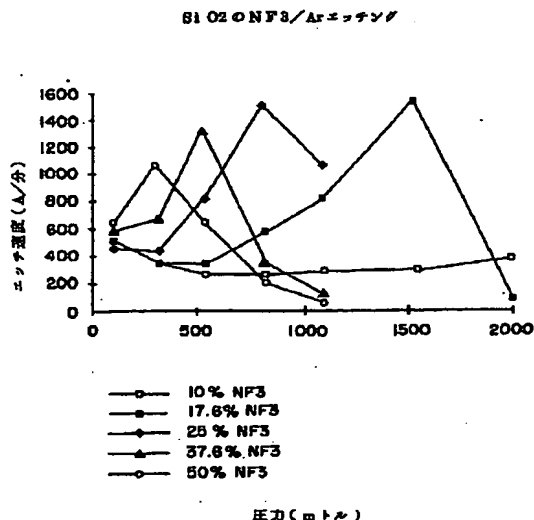
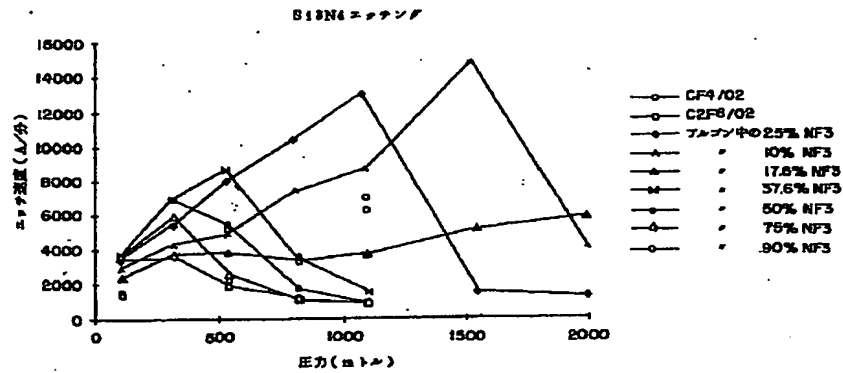
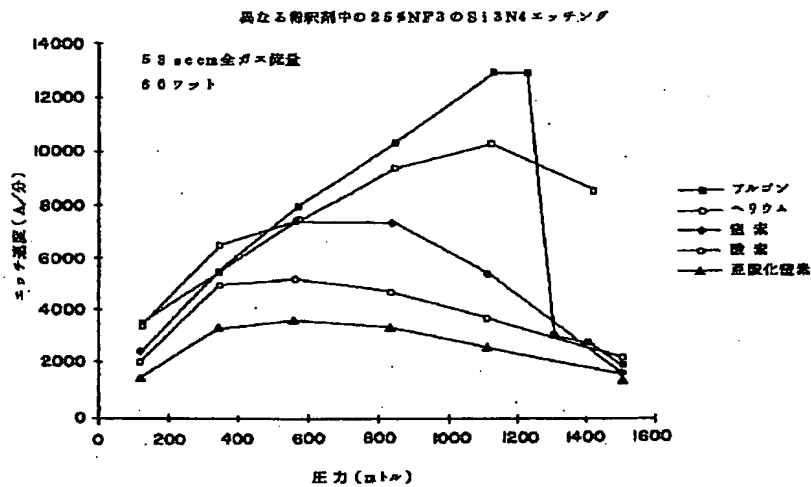


図2 60W(1.4W/cm²), 50 sccm全ガス流量で達成されたSiO₂エッチング速度

【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・ギルズ・ランガン
アメリカ合衆国、18106、ペンシルバニア
州、ウェスコスビリー、ディボット、ドラ
イブ、1254

(72)発明者 スコット・エドワード・ベック
アメリカ合衆国、19530、ペンシルバニア
州、クーツタウン、グリム、ロード、722
(72)発明者 ブライアン・スコット・フェルカー
アメリカ合衆国、18140、ペンシルバニア
州、アレントアウン、ホワイトホール、アベ
ニュー、1857

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.